板栗的营养成分及加工特性研究

陈洁，汪浩明，张丛兰，李皓，李庆，马小建，杨芳
（湖北大学知行学院生物工程系，湖北武汉 430011）

摘要：以湖北麻城的油栗、广东阳山的油栗和风栗为研究对象，对其主要营养成分和加工适应性以及板栗淀粉物理特性进行了分析。结果表明：三种板栗在一般营养成分上差异不大，麻城油栗含水量 59.5%，适于制浆加工；阳山油栗单粒重 16.53 g、颗粒大，麻城油栗、阳山风栗板栗单重小，可食率高。板栗品种对淀粉组成影响不大，产地上有差异；三种板栗淀粉在 95 ℃时，溶解度接近 50%，膨润力在 30%左右，实验温度下阳山油栗仁淀粉溶解度和膨润力较大。在透明度方面，阳山风栗仁淀粉较高；各种板栗淀粉都有较强的冻融稳定性。

关键词：油栗；风栗；营养成分；加工适应性

文章篇号：1673-9078(2013)4-725-728

Nutrient Components and Processing Adaptability of Chinese Chestnut

CHEN Jie, WANG Hao-ming, ZHANG Cong-lan, LI Hao, LI Qing, MA Xiao-jian, YANG Fang
(Department of Bioengineering, Hubei University Zhixing College, Wuhan 430011, China)

Abstract: In order to study the nutrients components and the processing adaptability of different varieties Chinese chenstnut, there chestnut samples (oil chestnut from Macheng in Hubei province,oil chestnut and wind chestnut from Yangshan in Guangdong province) were analyzed. The results showed that the three kinds of chestnut had little difference in nutrient components. Macheng oil chestnut with 59.5% water content was suitable for pulping. Yangshan oil chestnut had large grain with weight value of 16.53 g. Macheng oil chestnut and Yangshan wind chestnut had higher edible rate. Small difference was observed in characters of chestnut starch from different sources. The solubility and swelling power of the tested chestnut starch were closer to 50% and about 30% at 95 ℃. The starch of Yangshan oil chestnut had higher solubility and swelling power than that of the others. Considering the transparence of the starch, Yanshan oil chestnut was better than the others. All tested chestnut showed high freeze-thaw stability.

Key words: oil chestnut; wind chestnut; nutrient component; processing adaptability

板栗是一种营养价值较高的坚果类食品，有“木本粮食”之称，可以补充禾谷类和豆类的限制氨基酸[1]。中国的板栗品种大体可分北方栗和南方栗两大类：北方板栗坚果较小，果肉糯性，适于炒食，著名的品种有明栗、尖顶油栗等；南方栗坚果较大，果肉偏粳性，适宜于菜用，品种有九家种、魁栗、浅刺大板栗等。

油栗果形小，果皮棕红色，有光泽，果肉淡黄色，果肉脆嫩香甜；风栗，广东板栗的叫法，农历十月的栗子经风干干燥，滋味美味。板栗干基中的主要成分是淀粉，板栗淀粉的性质很大程度上决定了板栗产品的性质，淀粉的糊化温度是品质的关键影响因素，凝沉和老化特性又是决定贮藏品质的关键[2]。由于板栗产品的加工不仅与加工条件有关，而且与板栗原料有关，板栗的品种决定了板栗的理化指标和基础营养成分。通过探讨板栗品种与板栗加工特性之间的定性、甚至定量关系，借以对板栗加工者选择板栗原料、提高板栗利用率等方面起到一定的指导作用，对板栗的精深加工以及综合开发具有实际指导意义。

收稿日期：2012-11-15
基金项目：湖北大学知行学院科研课题
作者简介：陈洁(1980-)，女，讲师，主要从事食品化学研究
通讯作者：杨芳(1978-)，女，博士，副教授，主要从事农产品加工研究

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

油栗，产自湖北麻城和广东阳山；风栗，产自广东阳山；盐酸，氢氧化钠，邻苯二甲酸氢钾，酚酞，菲林试剂，亚铁氰化钾，葡萄糖，硫酸铜，硫酸钾，硫酸，亚甲基蓝，甲基红，草酸，抗坏血酸，2,6-二氯靛酚，碘酸钾，碘化钾，磷酸，磷钼酸，钨酸钠，无水碳酸钠，单宁酸，碳酸氢钠，酒石酸钾钠，冰乙酸，乙酸锌等均为分析纯。

1.2 仪器与设备

DHG-9075A 恒温鼓风干燥箱，上海一恒科学仪器有限公司；4-10 马福炉，上海仪器；FW80 万能粉碎

机，天津市泰斯特仪器有限公司；索氏抽提器，蜀牛实验仪器有限公司；JIBO-2B 离心机，上海安亭科学仪器厂；WFJ-7200 可见分光光度计，尤尼柯（上海）仪器有限公司；YHZ-CD 恒温震荡器，太仓市实验设备厂；TBL 组织粉碎机，武汉市实验设备厂等。

1.3 方法

1.3.1 营养成分分析

水分、灰分、脂肪、蛋白质、还原糖、可溶性糖、总酸、Vc 的测定均按国标进行。

总糖的测定采用蒽酮比色法[3]。

1.3.2 加工特性分析

1.3.2.1 单粒重和可食率得测定

随机选取 60 粒板栗，称重得到板栗单粒毛重。再用小刀将上述 60 粒板栗人工去皮，称重每粒板栗仁的重量得到板栗仁的净重，栗仁净重与单粒重得比值即为可食率[4]。

1.3.2.2 可溶性固形物含量、单宁的测定

折射仪法，参照 GB 12295-1990 的测定；分光光度法，以单宁酸为标准品，参照 NY/T1600-2008 水果、蔬菜及其制品中单宁含量的测定和文献[5]。

1.3.3 板栗淀粉组成分析

1.3.3.1 淀粉的提取

栗仁加水捣碎于 80 目筛上冲洗，淀粉沉淀于下层，过 100 目筛后将沉淀物用蒸馏水充分洗涤，静止 6~7 h，下层沉淀物水量降至 50%左右，真空抽滤使含水量降至约 40%，再经脱水后于干燥箱中干燥干燥 25~60 min，得板栗淀粉[6]。

1.3.3.2 淀粉含量的测定

酸水解法，参照 GB/T 5009.9-2008。

1.3.3.3 淀粉组成的测定

直链淀粉参照 GB/T 15683-2008 采用碘蓝比色法，总淀粉含量减去直链淀粉含量即为支链淀粉含量[7]。

1.3.4 板栗淀粉特性分析

1.3.4.1 板栗淀粉的溶解度和膨润力

准确称取 2.00 g 淀粉样品，加入 100 mL 蒸馏水，配成浓度为 2% (*m/v*)的淀粉乳，一定温度（55 ℃、75 ℃、95 ℃）的水浴中加热搅拌 30 min 以防淀粉沉淀，于 3000 r/min 下离心 30 min，取上清液在蒸汽浴上蒸干，105 ℃烘至恒重，称重，根据公式(1)和公式(2)计算溶解度和膨润力[8]。

$$溶解度(\%)=A\times W\times 100 \quad (1)$$

$$膨润力(\%)=P\times 100\times W(100-S) \quad (2)$$

注：A-清液蒸干恒重后的质量，g；W-样品干物质量，g；P-离心后沉淀质量，g。

1.3.4.2 板栗淀粉糊的透明度

取板栗淀粉加适量的水调成 1% (*m/v*)的淀粉乳，沸水浴加热 20 min。冷却至室温，于 620 nm 波长下，以蒸馏水为空白对照，测定淀粉糊的透光率[8]。

1.3.4.3 板栗淀粉糊的凝沉性质

称取 8 g 板栗淀粉溶入 10 mL 蒸馏水中，在 25~30 ℃下静置沉淀，每隔 1 h 记录下方沉淀物的体积，用沉淀体积占糊总体积的百分比随时间的变化情况来表示糊的凝沉性质[9]。

1.3.4.4 板栗淀粉糊的冻融稳定性

板栗淀粉加水配成 3%淀粉乳，沸水浴加热 20 min，冷却至室温后置于-20~-15 ℃的冰箱中冷冻 24 h，取出自然解冻，于 3000 r/min 下离心 20 min 后弃上清液，称取沉淀物的质量。按公式(3)计算析水率[8~10]。

$$析水率=(淀粉糊重-沉淀物重)/糊重\times 100\% \quad (3)$$

2 结果与分析

2.1 不同品种板栗营养成分的分析

表 1 不同品种板栗的主要营养成分

Table 1 Principal nutrition constituent of different varieties of Chinese chestnut

板栗品种	水分/%	灰分/%	脂肪/%	蛋白质/%	总糖/%	还原糖/%	可溶性糖/%	总酸/(g/kg)
麻城油栗	59.50±2.49	0.85±0.05	4.49±0.46	5.97±0.74	46.3±1.19	1.35±0.16	5.56±0.16	1.02±0.05
阳山油栗	46.33±1.32	0.99±0.12	4.16±0.21	6.44±1.21	27.2±2.52	0.94±0.16	2.31±1.01	1.01±0.00
阳山风栗	51.56±2.28	1.07±0.12	3.68±0.34	4.69±0.74	26.5±3.04	1.08±0.16	3.58±1.07	1.07±0.03

由表 1 可以看出三种板栗的灰分、脂肪、蛋白质含量差别不大（P>0.05）。麻城油栗含水量高(59.5%)，不利于长期贮藏，若对其制浆加工成饮品类产品能有效利用栗仁中的水分。

板栗仁含糖较多，其还原糖含量的多少，是衡量板栗果实品质的主要指标，这可以为加工工艺提供基础。实验得出湖北麻城油栗还原糖含量较高。总糖主要指具有还原性的单糖和在测定条件下能水解为还原性的单糖的麦芽糖以及可能部分水解的淀粉。由表 1 可知湖北麻城板栗仁总糖含量高于阳山的两个品种。可溶性糖主要是单糖，其含量不仅能反应板栗的生长状况，而且还能反应其品质。可溶性糖含量(表 1)反映出可溶性总糖的含量在不同原产地品种板栗中的含量是不一致的，其中湖北麻城油栗的可溶性总糖的含量

(5.56%)最为丰富。

2.2 不同品种板栗加工特性的分析

表 2 不同品种板栗的加工特性

Table 2 The processing properties of different varieties of Chinese chestnut

板栗品种	单粒重/g	可食率/%	可溶性固形物含量/%	糖酸比	Vc /(10^{-2}mg/g)	栗仁单宁含量/(10^{-2}mg/g) 热烫前	热烫后
麻城油栗	6.97±0.20	81.70±2.42	16.0±1.4	45.39	17.68	173.5	162.73
阳山油栗	16.53±1.20	74.68±4.21	16.5±1.4	26.93	60.22	108.2	83.60
阳山风栗	6.02±0.30	75.05±2.71	17.5±1.4	24.77	15.95	84.2	70.20

不同品种板栗的部分加工特性见表 2。阳山油栗单粒重值高，颗粒大。麻城油栗、阳山风栗板栗单重小，但去壳去皮后可食性部分含量高。可食性部分包含了包括糖、蛋白质、脂肪在内的绝大部分营养成分，因而食用价值高。不同品种板栗可溶性固形物含量差别不大。果蔬汁饮品主要呈味物质是糖和酸，将板栗乳中测得的总糖含量与可滴定酸度进行相除所得的值，即为糖酸比[11]。可溶性固形物含量是指板栗浆中溶解于水的化合物的总称，是判断果实成熟度和内在品质的重要指标，与品种、土壤、气候和成熟度等因素有关[12]。三个品种板栗可溶性固形物含量较接近，同一品种（油栗）虽产地不同含量也差别不大。糖酸比的数值大小直接影响着果汁饮品的口感，大部分饮品中都是通过调节糖酸比来控制食品口味，因此是水果制汁特性分析的一个重要指标。本实验中，麻城油板栗浆的糖酸比为 45.39，口感甘甜，这在利用板栗制浆加工成饮料类产品上有一定优势。

阳山油板栗 V_C 的含量（0.6 mg/g）高于麻称油栗和阳山风栗，V_C 赋予了板栗果实的营养，也带来了板栗产品的加工中的一些问题。非酶促作用下 V_C 在碱性环境中不稳定，生成脱氢抗坏血酸速度较快，易氧化褐变[13]。由于板栗中 V_C 可能是导致板栗褐变的一个原因，V_C 的板栗品种在加工过程中需更注意护色处理。栗仁的单宁含量与褐变程度呈正相关，高温可使单宁氧化，褐变加剧[14]。阳山风栗单宁含量相比低于其他品种，在防止褐变上更具优势。三个品种板栗热烫后单宁含量都有降低(表 2)，板栗经脱壳处理后及时进行热烫护色或热加工有利于防止板栗的褐变。

2.3 不同品种板栗淀粉组成的分析

表 3 显示出板栗果仁的主要成分是淀粉，麻城油栗和阳山油栗的淀粉含量比较接近。三个品种板栗直链淀粉和支链淀粉的组成见表 3，直链淀粉含量是影响板栗淀粉品质和食用的主要因素，板栗中支链淀粉含量高，淀粉组成中直链淀粉含量较低。直链淀粉含量能影响蒸煮食味品质，支链淀粉能增加粮食的甜味和黏性，故板栗经熟制加工后口感更甜糯[15]。板栗品种对淀粉组成影响不大，产地上有差异。

表 3 不同品种板栗淀粉组成

Table 3 The starch composition of different varieties of Chinese chestnut

板栗品种	淀粉含量/%	直链淀粉/%	支链淀粉/%
麻城油栗	56.62	24.88	75.12
阳山油栗	53.37	20.36	79.64
阳山风栗	48.08	23.02	76.98

2.4 不同品种板栗淀粉性质的分析

表 4 不同板栗淀粉的溶解度和膨润力

Table 4 The solubility and swelling power of different varieties of Chinese chestnut

板栗品种	温度/℃	溶解度/%	膨润力/%
麻城油栗	55	8.7	4.1
	75	15.6	13.2
	95	48.1	29.9
阳山油栗	55	9.2	5.1
	75	16.9	14.4
	95	49.5	31.2
阳山风栗	55	8.6	4.0
	75	15.2	13.1
	95	49.3	30.1

溶解度和膨胀度反映了淀粉与水之间相互作用的大小，在糊化过程中淀粉粒首先吸水发生膨润。溶解度指在一定温度下,已溶解的淀粉样品的质量分数,淀粉的溶解主要是直链淀粉分子从颗粒中逸出。膨润力指每克干淀粉在一定温度下吸水的质量,主要反映淀粉颗粒中直链淀粉的特性。由表1可知，在55~75 ℃，各品种淀粉的溶解度增长的幅度不大，而后则随温度的升高迅速增长。板栗淀粉在95 ℃时，溶解度接近50%；膨润力在30%左右。在95 ℃时，阳山油栗仁淀粉溶解度为49.5%，膨润力为31.2%，超过其他品种板栗，反映出阳山油栗仁淀粉相比之下淀粉颗粒小，结构较致密适合淀粉产品加工。

淀粉分子结构和直链淀粉含量是影响淀粉糊透明度的重要因素，以透光率表征淀粉糊的透明度，透光率越大，则其透明度越高。淀粉颗粒吸水膨润和受热糊化引起的淀粉分子重新排列互相缔合的程度是影响

透明度的主要因素[16]。淀粉糊的透明度影响其产品的外观及用途，膨润后糊液中残存的淀粉颗粒以及回生后所形成的凝胶束越少，淀粉糊越透明[28]。透明度的差异主要取决于淀粉种类[17]，图 1 反映出阳山风栗透明度较高，两种油栗虽然产地不同，但透明度差别不大。

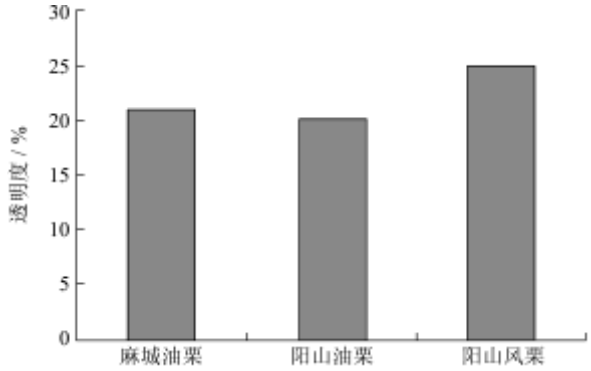


图 1 不同板栗淀粉的透明度

Fig.1 The transparence of different Chinese chestnut starch

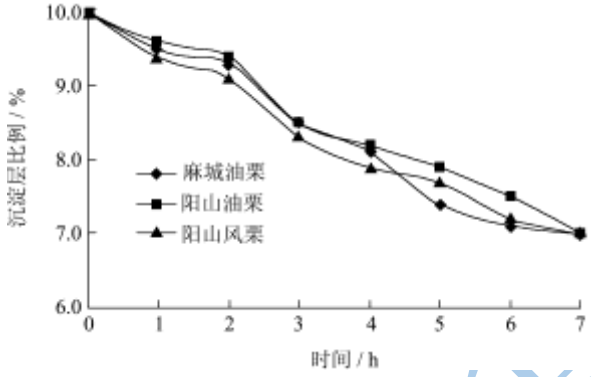


图 2 不同品种板栗淀粉糊在 7 h 内沉淀层比例变化

Fig.2 The sediment layer ratio of different Chinese chestnut starch in 7 hours

表 5 不同板栗淀粉的冻融稳定性

Table 5 The freeze-thaw stability of different Chinese chestnut starch

板栗品种	冻融次数	糊重/g	沉淀物重/g	析水率/%
麻城油栗	1	10.300	6.534	36.56
阳山油栗	1	10.300	6.475	37.14
阳山风栗	1	10.300	6.980	32.23

图2反映出各种板栗淀粉糊凝沉趋势较相似且下降，凝沉速度较慢，淀粉产品不易老化。析水率的高低可以表征淀粉冻融稳定性的好坏，析水率低则冻融稳定性好，低温下淀粉分子运动减弱由于凝沉作用，溶液中的分子键趋向于平行排列[18]。风栗冻融一次后的析水率为32.23%，相比两种油栗淀粉冻融稳定性相对较高。由表5反映出，不同产地的板栗淀粉析水率都近似相等。反映出板栗淀粉在低温下，其淀粉分子形成的三维交联网络结构较为严密，将水分包埋于其中，可使水分在反复冻融后仍无法析出。上述三种板栗冻融一次后，第二次冻融都没有水分析出，各种板栗淀粉都有较强的冻融稳定性。

3 结论

3.1 栽培板栗的经济价值较高，近年来板栗的栽培面积和产量都在急剧上升，而与之相对应的是板栗深加工却严重滞后，除糖炒板栗外，其它加工品较少。在发达国家板栗同其他坚果一样已广泛用于食品加工，欧美国家板栗多加工成栗浆、栗蓉以供出口。然而，板栗品种繁多，理化和加工特性差别很大。目前尚缺乏系统评价，导致加工缺乏针对性和专用品种。评价板栗的品质传统上包括两部分，即产品的甜糯性和囊衣是否易剥落，其产品的甜糯性与其含有的糖类物质有关，产品煮熟后囊衣是否易剥落与其薄膜中含有的单宁含量有关[19]；板栗淀粉的性质，与板栗加工搅拌、混合、成型、冷却等工艺操作过程有密切关系，这些研究可为板栗加工工艺设计和质量控制提供科学的理论依据。

3.2 麻城油栗、阳山油栗和风栗三个品种板栗在一般营养成分上差别不大。麻城油栗含水量大，颗粒小，可食率高，糖酸比相比较高，适宜制浆。阳山油栗V_C含量丰富，板栗淀粉相比之下颗粒小，结构较致密适合淀粉产品加工。板栗品种对直链淀粉和支链淀粉组成影响不大，产地上有一定差异差异。三个品种的板栗淀粉都表现出较强的冻融稳定性。板栗有丰富的营养价值，板栗的深加工也应该符合板栗自身的特点，尤其要与板栗自身的加工特性相结合。

参考文献

[1] 常学东,朱京涛,舒媛, 等.板栗水溶性蛋白质提取工艺的优化[J].食品科学,2004,25(11):141-143

[2] 林顺顺,庞凌云,祝美云, 等.板栗的淀粉复合物与糯性关系综述[J].食品科学,2012,33(11):308-311

[3] 张水华.食品分析实验[M].北京:化学工业出版社,2010

[4] 陈洁,张美,张丛兰,等.油板栗的营养成分及加工适应性研究[J].化学与生物工程,2011,28(11):81-83

[5] 李冬梅,陈小红,蔡俊鹏,等.蜂蜜醋沉淀的成因分析[J].现代食品科技,2011,27(2):162-165

[6] 梁丽松,徐娟,王贵禧,等.板栗淀粉糊化特性与淀粉粒粒径及直链淀粉含量的关系[J].中国农业科学，2009，42(1):251-260

[7] 宿飞飞,石瑛,梁晶,等.不同马铃薯品种淀粉含量、淀粉产量及淀粉组成的评价[J].中国马铃薯,2006,20(1):16-18

[8] 岳晓霞,毛迪锐,赵全,等.玉米淀粉与玉米变性淀粉性质比

较研究[J].食品科学,2005,26(5):116-118
[9] 吕振磊,李国强,陈海华.马铃薯淀粉糊化及凝胶特性研究[J].食品与机械,2010, 6: 22-27
[10] 曾珍,邬应龙,陆杨.琥珀酸酯化低交联马铃薯淀粉的性质研究[J].现代食品科技,2007,23(11):11-14
[11] 刘金豹,宋烨,张静,等.加工苹果果实发育过程中的糖酸变化研究[J].北方园艺,2004,4:90-91
[12] 江才伦,彭良志,雷霆,等.柑桔单果间和果实不同部位的可溶性固形物含量差异[J].中国南方果树,2006,35(2):3-5
[13] 陶月良,邱君正,林华,等.板栗果实过氧化物酶与多酚氧化酶特性的研究[J].食品科学,2001,22(5):64-67
[14] 生吉萍,何树林,胡小松,等.板栗栗仁褐变及其控制方法研究[J].食品与机械,2000,1:18-19
[15] 李媛,乔旭光.生姜淀粉的基本性质[J].食品科学, 2011, 32 (13): 131-135
[16] 许鑫,韩春然,袁美娟,等.绿豆淀粉和芸豆淀粉理化性质比较研究[J].食品科学,2010,31(17):173-176
[17] 邬应龙,陈杭,陈小欢.不同原淀粉及其羟丙基淀粉性质的研究[J].食品科学,2008,29(5):116-119
[18] 梁建兰,刘秀凤,李志博, 等.板栗淀粉与板栗变性淀粉性质的比较[J].中国粮油学报, 2011,26(1):65-68
[19] 王向红,桑建新,张子德, 等.不同品种板栗的营养价值和品质分析[J].食品科技,2004,3:95-97

现代食品科技